

氏名	山 岸 謙二郎		
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)		
学 位 記 番 号	第4190号		
学位授与年月日	平成14年 9 月26日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者		
学 位 論 文 名	誘電率式センサを用いた熱可塑性FRPプレス成形制御法の研究		
論文審査委員	主 査 教 授 福 田 武 人	副主査 教 授 元 木 信 弥	
	副主査 教 授 南 齋 征 夫		

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、ジェットエンジンのファン静翼への適用が検討されている連続繊維強化の熱可塑性CFRPをプレス成形する過程で、加圧力を制御する方法について検討を行った。その結果、センサによるモニタリング結果を用いた熱可塑性CFRPのプレス成形の制御についての基本的な手法を得ることができた。

第1章では、熱可塑性FRPの特徴や同FRPのプレス成形における問題点についてまとめるとともに、文献より誘電率式センサを用いたFRPの成形モニタリングの研究動向についてもまとめを行った。

第2章では、熱可塑性CFRPのプレス成形過程での樹脂の固化をモニタリングするために適したセンサについて検討し、誘電率式センサを選択した。次に、同センサが実際に熱可塑性樹脂の成形過程のモニタリングに適用可能であるかどうかを検討するため、耐熱熱可塑性樹脂のPEEKについて、プレス成形過程での誘電係数変化の測定を行った。その結果、複素誘電率の損失成分より求められる樹脂の交流導電率の急激な増加や減少が、PEEKの熔融や固化に伴う樹脂粘度の急激な増加や樹脂比容積の急激な減少に対応していた。その結果より同センサをPEEKの成形過程のモニタリングへ適用することが可能であるとの結論を得た。続いて複雑形状の成形品へ誘電率式センサによるモニタリングと制御を適用するために、温度と誘電係数の同時多点計測への応用が可能なセンサを製作した。エポキシ樹脂の硬化モニタリング実験より、温度と誘電係数の同時モニタリングが可能であることを確認した。

第3章では、初めに誘電率式センサによる成形過程のモニタリング法が、PEEKを用いたCFRPブリブ・レグへも適用可能であることを確認した。第2章の結果より樹脂の交流導電率、熔融粘度、比容積の相関関係を整理した線図を作成した。この線図より、同センサによってモニタリングされた樹脂の熔融・固化に合わせてプレス加圧力の増減時期を制御する方法を考案した。考案した方法によって実際にCFRP平板のプレス成形の制御試験を行った。その結果、考案した方法によって微小な欠陥（ボイド）のほとんど無い平板を成形することができた。次段階として、複雑な形状である翼形状などに対してこの制御法を適用する方法について検討した。すなわち2個の誘電率式センサを翼の幅方向に並べ、金型内部に温度分布をつけることによって、翼の幅方向中央部と端部の固化時期をずらす方法を考案した。この方法では、固化時期がずらされていることを確認しつつ加圧するために、誘電率式センサを利用した。考案した制御法を用いて、実際に円弧状の断面形状を持つモデル静翼の成形試験を行った。その結果、制御を行わない場合と比較して成形品の内部のボイドが減少することを確認した。

第4章では、全体のまとめを行った。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

近年FRPが多方面に利用されるにつれ、その成形技術の向上も目覚ましいものがある。しかしながら、

温度や圧力などの成形条件の決定は現在のところ試行錯誤的に行われていることが多い。本研究の著者は、これまであまり行われなかった熱可塑性FRPのプレス成形の効率化と成形品質の向上を目的として、成形中の金型内部の熱可塑性樹脂の熔融粘度や体積変化をセンサを用いてモニタリングし、その情報をもとに成形条件を変えながら成形制御を行う手法を検討している。

まず、熱可塑性樹脂の固化過程のモニタリングに適したセンサの選択とそのセンサを利用したモニタリング手法を検討している。すなわち、熱可塑性FRPのプレス成形中のモニタリング用に適したセンサを調べ、その結果として樹脂の固化過程のモニタリングのため誘電率式センサが最適であることを見いだしている。そして誘電率式センサを用いて耐熱熱可塑性樹脂であるPEEKについて、複素誘電率の損失成分より求められる樹脂の交流導電率の急激な増加や減少が、PEEKの熔融や固化に伴う樹脂粘度の急激な増加や樹脂比容積の急激な減少に対応していることを見いだしている。また、多点での測定が必要となる場合のために、セラミックス板に誘電率測定用の電極と測温抵抗体とをプリントしたセンサの仕様を決定し、それに基づいて実際にセンサを製作し、熱硬化性樹脂の硬化モニタリング試験によって、その性能が良好であることを確認している。

つぎに、誘電率式センサを用いて実際に成形モニタリング試験を行い、熱可塑性FRPの成形モニタリングが可能であることを確認している。続いて同センサによるモニタリング結果を利用した成形制御方法を考案するとともに、考案した方法で実際に制御を行い、この方法が有効であることを確認している。さらに実例として静翼FRPモデル部品の成形制御試験を実施し、複雑な形状の実部品の成形過程への応用方法について検討するとともに、その有効性を確認している。

以上のように、本論文は、熱可塑性FRPのプレス成形技術の向上を図るため、基本的な樹脂の簡便な固化モニタリング方法と制御方法を考案するとともに、この方法が熱可塑性FRP成形品の品質向上を図ることが出来ることを示すなど、熱可塑性FRPのプレス成形に関して有益な知見を得ており、これらの成果は、複合材料工学、とくに複合材料成形技術分野の発展に寄与するところ大である。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格を有するものと認める。